

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-101644

(43)Date of publication of application : 13.04.2001

(51)Int.Cl.

G11B 5/667

(21)Application number : 11-277450

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 29.09.1999

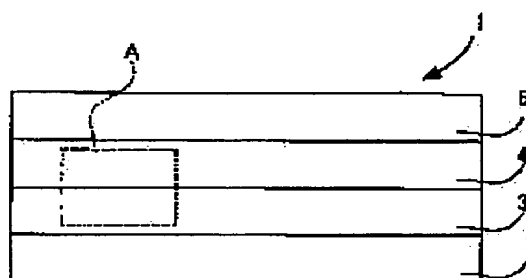
(72)Inventor : OGIWARA HIDEO
HIKOSAKA KAZUYUKI

(54) VERTICAL MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND MAGNETIC RECORDING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a vertical magnetic recording medium and a magnetic recording device wherein a magnetic wall in a soft magnetic film is eliminated and noise due to movement of the magnetic wall or fluctuation is reduced by providing a soft magnetic granular base layer having a structure in which soft magnetic particulates are dispersed in a non-magnetic base material.

SOLUTION: A magnetic recording medium having a substrate 2 and at least one base layer on the substrate 2 comprises a soft magnetic base layer 3 provided on the substrate, which has a granular structure in which soft magnetic metal magnetic particulates are dispersed in a non-magnetic base material. A vertical magnetic recording medium can be realized, which is capable of forming a fine bit pattern without influencing on recording process of a vertical magnetic film of an upper layer at the time of recording by adopting the granular structure in which such soft magnetic particulates are dispersed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-101644

(P2001-101644A)

(43) 公開日 平成13年4月13日 (2001.4.13)

(51) Int.Cl.⁷

G 1 1 B 5/667

識別記号

F I

G 1 1 B 5/667

キーワード* (参考)

5 D 0 0 6

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平11-277450

(22) 出願日

平成11年9月29日 (1999.9.29)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 萩原 英夫

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社

東芝柳町工場内

(72) 発明者 彦坂 和志

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社

東芝柳町工場内

(74) 代理人 100083161

弁理士 外川 英明

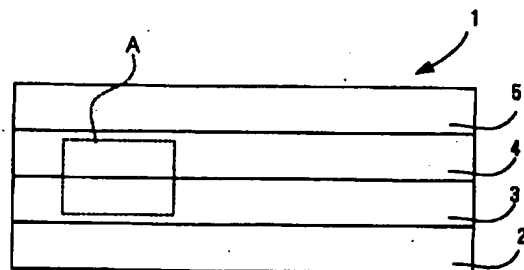
Fターム (参考) 5D006 BB07 CA03 CA05 CA06 FA09

(54) 【発明の名称】 垂直磁気記録媒体及び磁気記録装置

(57) 【要約】

【課題】 非磁性母材中に軟磁性微粒子が分散した構造を持った軟磁性グラニュラー下地層を設けることにより、軟磁性膜中の磁壁を無くし、磁壁移動、揺らぎに起因するノイズを低減させる垂直磁気記録媒体及び磁気記録装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 基板2と、この基板2上に少なくとも1層以上の下地膜を有する磁気記録媒体に於いて、基板上に設けられた軟磁性下地膜3と、軟磁性下地膜3は、非磁性母材中に軟磁性金属磁性粒子が分散したグラニュラー構造を有することを特徴とする。このような軟磁性粒子を分散させたグラニュラー構造とすることにより、記録の際に、上層の垂直磁性膜の記録過程に影響を及ぼすことがなく、微細なビットパターンを形成することが可能な垂直磁気記録媒体を提供することが可能である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】基板と、この基板上に少なくとも1層以上の下地膜を有する磁気記録媒体に於いて、前記基板上に設けられた軟磁性下地膜と、前記軟磁性下地膜は、非磁性母材中に軟磁性金属粒子が分散したグラニュー構造を有すること、を特徴とした垂直磁気記録媒体。

【請求項2】前記軟磁性下地膜の母材は、非磁性金属やその化合物、または酸化物、窒化物、弗化物、炭化物から選ばれる少なくとも一種を含んだ材料を用いたことを特徴とする請求項1に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項3】前記軟磁性下地膜と磁性膜の間に、磁性膜の結晶性・配向性を制御するための中間層を介することを特徴とした請求項1または2に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項4】基板と、この基板上に少なくとも1層以上の下地膜を有する磁気記録媒体において、前記基板上に設けられた軟磁性膜と前記軟磁性膜下地は、非磁性母材中に軟磁性金属磁性粒子が分散したグラニュー構造を有し、前記軟磁性下地膜の母材は、上層の磁性膜の結晶性・配向性制御層としての役割を兼ねることを特徴とした垂直磁気記録媒体。

【請求項5】請求項1または2または3または4に記載の垂直磁気記録媒体と、前記垂直記録媒体へ記録を行う記録ヘッドとを具備する磁気記録装置において、前記垂直磁気記録媒体の軟磁性下地膜の飽和磁束密度が、前記垂直記録媒体へ記録を行う記録ヘッドの飽和磁束密度の1/2以上であることを特徴とした磁気記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ディスク等として用いられる垂直磁気記録媒体に関し、特に記録再生特性の良好な垂直磁気記録媒体及びこれを含む磁気記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、パーソナルコンピュータやワークステーションの進歩に伴い、ハードディスクドライブが大容量化及び小型化しているため、磁気ディスクは、更なる高面記録密度化を必要としている。近年、高面記録密度を実現可能である、垂直磁気記録方式が検討されている。

【0003】垂直磁気記録方式は、磁気テープ、磁気ディスク等の磁気記録媒体の走行方向と垂直方向、すなわち、磁気記録媒体の厚さ方向に磁化容易軸をもった磁気記録用磁性媒体層（垂直磁化膜）が表面に設けられた垂直磁気記録媒体を使用する。この磁気記録媒体の厚さ方向に強い磁化分布を生じる垂直磁気記録用磁気ヘッドを用い、磁気記録媒体を厚さ方向に磁化し、この方向に磁性媒体層の磁化を残留させるようにしたものである。

【0004】また、垂直磁化膜のみを有する垂直磁気記録媒体よりも、基板上に高透磁率の軟磁性膜を設け、更

にその上に垂直磁化膜を設けた2層構造の垂直磁気記録媒体の方が、ヘッドと軟磁性との相互作用により、優れた記録再生特性を示すことが知られている（例えば、特開平52-78403号公報）。従って、垂直磁気記録媒体の場合、垂直磁化膜の下に軟磁性下地膜（裏打ち膜）を設ける方法も広く検討されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来、軟磁性下地膜としては高透磁率かつ高飽和磁束密度であることが好ましいが、上記従来技術の2層構造の垂直磁気記録媒体を用いて記録再生実験を行うと、スパイク状ノイズが観測される。このスパイク状ノイズは、垂直磁化膜のみの単層構造の垂直磁気記録媒体では、観測されることが知られている。このノイズは、軟磁性下地膜と、その上の垂直磁化膜との相互作用により生ずるものではなく、軟磁性膜に起因したものである。また、このノイズは、媒体中で一様に発生するものではなく、磁壁の存在する部分で発生し、磁壁の無い部分には発生しないことが知られている（特公平3-53686号公報）。このノイズは、バルクハウゼンノイズと呼ばれ、磁壁移動が不可逆に起こることに起因している。

【0006】このバルクハウゼンノイズの発生を抑制するためには、その下の軟磁性膜中の磁壁移動を抑制する、或いは磁壁を無くせば良い。

【0007】この磁壁構造を無くすために、軟磁性膜としてCoやCoPtの微粒子を利用したグラニュー構造を有する垂直磁気記録媒体も考えられている。確かに、そのようなグラニュー膜中の磁性膜として、高H_kを有したCo、CoPt等のハード磁性粒子を非常に小さな超常磁性粒子に近い粒径にした場合、室温近傍では軟磁性粒子としての振舞いを示させることは、一見可能であるように見える。しかし、そのようなグラニュー膜を下地膜として用いた場合、信号を記録する際には、ハード層と同様に高速磁化反転でのH_c、つまり、Dynamic coercivity ; H_{c0}と通常測定でのH_cとは大きく異なっていることが分かった。本質的に、ハード磁性体である微小粒子は、記録の際にはハード膜として作用するために、磁壁はできないが、ハード膜として上記磁性膜の記録過程に大きく影響することがわかった。記録転移が磁壁、外乱等による外乱の影響を受ける以前に、記録段階で記録パターンが影響を受け、微細なビットパターンを形成できないことがわかった。従って、グラニュー構造を持つ下地膜の場合、磁性膜のH_kが小さいことが必要である。

【0008】さらに、グラニュー下地膜において下地膜最上層を母材で覆うことで、表面性の良好な磁性膜を作成することが可能である。

【0009】そこで、本発明では、非磁性母材中にH_kの小さな軟磁性微粒子が分散した構造を持った軟磁性グラニュー下地膜を設けることにより、軟磁性膜中の磁

10

20

30

40

50

壁を無くし、磁壁移動、揺らぎに起因するノイズを低減、さらに記録の際の影響を低減することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1に係る発明では、基板と、この基板上に少なくとも1層以上の下地膜を有する磁気記録媒体に於いて、基板上に設けられた軟磁性下地膜と、軟磁性下地膜は、非磁性母材中に軟磁性金属磁性粒子が分散したグラニユラー構造を有することを特徴とする。

【0011】このような構成により、グラニユラー構造とすることで、ノイズを小さくすることができるため、膜厚を厚くすることも可能であり、軟磁性粒子の粒径、体積含有率等を調整することで、膜厚を自由に調整でき、システム設計に適した軟磁性膜厚にすることが可能である。また、軟磁性粒子を分散させることにより、記録の際に、上層の垂直磁性膜の記録過程に影響を及ぼすことがなく、微細なビットパターンを形成することが可能な垂直磁気記録媒体を提供することが可能である。さらには、軟磁性膜と磁性膜との間に、磁性膜の結晶性・配向性を制御するために中間層を設けることも可能である。

【0012】また、請求項4に係る発明では、基板と、この基板上に少なくとも1層以上の下地膜を有する磁気記録媒体において、基板上に設けられた軟磁性膜と軟磁性膜下地は、非磁性母材中に軟磁性金属磁性粒子が分散したグラニユラー構造を有し、この軟磁性下地膜の母材は、上層の磁性膜の結晶性・配向性制御層としての役割を兼ねることを特徴とする。

【0013】このような構成により、グラニユラー構造とすることで、ノイズ発生源が少ないため、膜厚を厚くすることも可能であり、さらに、軟磁性粒子の粒径、体積含有率を調整することで膜厚を自由に制御でき、システム設計に適した軟磁性膜厚にすることが可能である。また、母材に磁性粒子の分散の役割だけでなく、磁性層の結晶性・配向性制御の役割を兼用させることが可能になり、軟磁性膜と磁性膜、及び記録ヘッド磁極と軟磁性膜のスペーシングを小さくし、軟磁性膜としての効率を上げると共に高密度記録が可能になる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下本発明に係る実施の形態を、図面を参照して説明する。

【0015】図1は本発明に係る垂直磁気記録媒体の構成を示す基板断面図である。

【0016】この垂直磁気記録媒体1は、基板2と、基板2上に順次、磁壁構造を有しない軟磁性下地膜3と、垂直磁化膜4とからなる積層構造を備えている。

【0017】基板としては、ガラス、アルミニウム、シリコン、プラスチック、合成樹脂などを用いることができる。基板の形状は、ディスク、テープ、ドラムのい

れでも良い。本発明の垂直磁気記録媒体を構成する下地層及び磁性層は、スパッタ法、真空蒸着法、ガス中スパッタ法、ガスフロースパッタ法等の物理蒸着法により形成することができる。磁性体としては、少なくともCo、Fe、Niから選択された少なくとも一種の元素を含有する強磁性体材料、例えば、CoCrTa、CoTaPt、CoNiTa等が挙げられる。軟磁性下地膜中の軟磁性体としては、少なくともCo、Fe、Niから選択された少なくとも一種の元素を含有する軟磁性材料、例えばCoFe、NiFe、CoZrNb等が用いられる。非磁性母材には、Ag、Ti、Ru、C等の非磁性金属やその化合物、または酸化物、窒化物、弗化物、炭化物、例えば、SiO₂、Si₃N₄、Al₂O₃、AlN、TiN、BN、CaF₂、TiC等が用いられる。

【0018】特に、母材に磁性層の結晶性・配向性制御の役割を兼用させた材料、例えばTi、TiNといった材料を用いた場合、軟磁性膜と磁性膜、及び記録ヘッド磁極と軟磁性膜のスペーシングを小さくし、軟磁性膜としての効率を上げると共に高密度記録が可能になる。また、軟磁性膜と磁性膜との間に、Ti、非磁性CoCr等の磁性膜の結晶性・配向性を制御するために中間層を設けることも可能である。

【0019】次に、以下に示す様にA～Fの6種類の磁気記録媒体を作製し、それぞれの磁気記録媒体を評価した。

【0020】(サンプルA) 基板として、2.5インチガラス、軟磁性下地膜は軟磁性材料としてCoFeターゲット、非磁性母材としてTiNターゲットを用い、二元同時マグネトロンスパッタ法で基板を自公転させながら製膜し、連続して、磁性膜としてCoPt₂₀Cr₁₆合金ターゲットを用いて、対向静止マグネトロンスパッタ法で製膜を行った。最後にC保護膜を10nm製膜した。軟磁性下地膜はArガス雰囲気中でガラス基板上に、製膜後のCo₂₀Fe₈₀とTiNとの体積組成比が70:30になるようにスパッタレートを調節し500nm製膜した。さらに、Arガスに酸素を微量添加した混合ガス中でCoPt₂₀Cr磁性膜を50nm製膜した。

【0021】(サンプルB) サンプルAの作製と同様にしてグラニユラー軟磁性膜をCo₂₀Fe₈₀とTiNとの製膜後のCo₂₀Fe₈₀とTiNの体積組成比が70:30になるように調整したコンビジットターゲットを用いてArガス雰囲気中で500nm製膜した。

【0022】(サンプルC) サンプルA作製と同様にして、グラニユラー軟磁性膜を製膜する際に、基板RFバイアスを印加して製膜した。

【0023】(サンプルD) サンプルCにおいて、バイアスを印加する代わりに、軟磁性下地膜を製膜する前に、200℃で基板加熱を行い、その直後に軟磁性下地

膜を製膜した。

【0024】それぞれのサンプルに関して軟磁性下地膜だけを製膜したものも作製した。また、比較媒体として、軟磁性下地膜としてCo₂₀Fe₈₀下地500nm（サンプルE）とCo₂₀Fe₈₀下地500nm上にTi中間層50nmを積層したもの（サンプルF）の、それぞれの上にサンプルAと同様の磁性膜をつけたサンプルを作製した。さらにサンプルAにおいて、軟磁性下地膜の軟磁性粒子としてCoPt₂₀を用いる以外は同様な構成で磁性膜を作成した（サンプルG）。

【0025】次にサンプルA～Dに対してTEMで観察を行った。図2は、図1におけるA部分の拡大模式図である。下地膜部分の平面観察を行ったところ、全てのサンプルにおいて、非磁性母材中に球状の軟磁性金属粒子が一樣に分散していることがわかった。サンプルA、BはそれぞれTiN、Ti母材中に、粒径が約10～13nm程度のCoFe粒子が、一樣に分散していた。サンプルC、Dは、同様な構造ではあるが、軟磁性粒子の粒径が約15～20nmとやや大きくなっていた。サンプルGも同様な構造であるが、CoPt粒子が5nm程度と小さくなっていた。サンプルC、Dは、バイアス或いは基板加熱の効果で粒成長が促進され、粒径が大きくなったものと考えられる。このことから、バイアスの印加や基板の加熱によって軟磁性粒子の粒径の大きさをコントロールすることが可能である。

【0026】これらの断面構造を調べたところ、面方向と同様な構造が観察され、膜面内に均一に球状の軟磁性粒子が分散したグラニューラ膜構造であることが確認できた。

【0027】図3に本実施の形態で作製したサンプルの磁気特性表の図を示す。

【0028】カー効果測定装置を用いて全てのサンプルの磁性膜の磁化特性を行った。全てのサンプルにおいて、保磁力H_cでの磁化曲線の傾きは、4πMsに非常に近い値を示した。また、軟磁性下地膜の磁気特性は、磁性膜を付けないサンプルを作成し、VSMで測定した。軟磁性下地の保磁力H_cは、1.0から2.0Oeであった。また、サンプルA（グラニューラ下地）とサンプルE（CoFe下地）の下地のみをビッター法で観察したところ、サンプルAの下地膜では磁壁が観察されなかったが、サンプルEの下地膜では磁壁が観察された。このことにより、グラニューラ構造をとることにより磁壁ができないことが確認された。

【0029】次に、サンプルA、B、E、F、Gのノイズ特性を調べた。測定には、再生ギャップ長0.15μm、再生トラック幅0.8μmのGMRヘッドと、主磁極膜厚0.4μm、記録トラック幅2μmの単磁極型ヘッドを用いて、浮上量40nmでスピンスタードを使用して測定を行った。記録密度250kfc/iで記録した時のS/NmRMSを比較した。

【0030】比較媒体のサンプルE、Fに対して、S/Nm、これを微分した分解能PW50は、それぞれ、24dB、125nm、25dB、130nmであった。サンプルFと比較して、Eは、Ti中間層により配向性が改善されS/Nが向上したが、磁気スペーシングが大きくなったため、PW50が大きくなったと考えられる。これらの比較媒体に対し、グラニューラ軟磁性下地膜を付けたものは、S/Nが2～4dBほど向上していた。A、Bの特性はほとんど等しく、S/Nは26dB、PW50は124nmであり、Eと比較して分解能は変化していないが、ノイズが減少したためS/Nが向上したと考えられる。また、オシロスコープで見た再生信号波形上において、サンプルE、Fで見られたスパイクノイズによると考えられるノイズ成分も、サンプルA、Bでは発生していなかった。また、サンプルGは、S/N：20dB、PW50：150nmと特性が悪くなっていた。サンプルGに関して、MFM観察を行ったところ、ビットパターンの転移領域がジグザグになっていた。軟磁性下地膜としてはグラニューラ構造であり、構造、磁気特性の点でも他のグラニューラ軟磁性膜と同様であると考えられる。しかし、軟磁性粒子として高H_kであるCoPtを用いたことで、ハード膜として記録の際にビットパターンに影響を与えたと考えられる。

【0031】次に、上述した垂直磁気記録媒体を用いた磁気記録装置の例について説明する。

【0032】図3に、飽和磁束密度B_s=1.6[T]の単磁極ヘッドを用いて、軟磁性下地膜の飽和磁束密度B_sを変化させた時の分解能PW50の変化図を示す。図において、縦軸はPW50の値を示し、横軸はB_sを示す。縦軸は上に行く程、分解能が低下することを示す。

【0033】軟磁性膜のPW50は、軟磁性膜中の磁性粒子の体積含有率を変化させたり、軟磁性膜の材料を代えることで変化させた。磁性膜の飽和磁束密度をB_s=1.6[T]から徐々に減少させたところ、B_s=1.0[T]までは、PW50=115(nm)近辺で、ほぼ一定の値が得られた。しかし、B_s=0.8[T]以下で、徐々にPW50が増加し始め、B_s=0.6[T]では、PW50=134(nm)となり、分解能が低下することが分かった。

【0034】図4に、軟磁性膜の飽和磁束密度B_sを0.8[T]に固定して、ヘッドの飽和磁束密度B_sを変化させた時の、分解能PW50との関係の図を示す。図において、縦軸はPW50の値を示し、横軸はB_sを示す。縦軸は上に行く程、分解能が低下することを示す。

【0035】この図によれば、軟磁性膜の飽和磁束密度B_sを0.8[T]に固定して、ヘッドの飽和磁束密度B_sを1.3、1.6、2.1[T]と変化させた。そ

10

20

30

40

50

の結果、 $B_s = 1.3, 1.6$ [T] のヘッドでは、分解能はほとんど変化しなかったのに対し、 $B_s = 2.1$ [T] のヘッドを用いたところ分解能が低下した。

【0036】従って、上述した垂直磁気記録媒体を有する磁気記録装置においては、軟磁性膜の飽和磁束密度が記録ヘッドの飽和磁束密度の $1/2$ 以上であることが望ましいことが分かった。

【0037】上述した様に、本発明に係るグラニューラ軟磁性下地膜を用いることによって、磁壁を無くし、磁壁移動による上層磁性膜の記録パターンへの影響をなくすることが可能であり、磁壁の揺らぎによるノイズを減少させることが可能である。

【0038】

【発明の効果】以上詳述した発明によれば、グラニューラ軟磁性下地膜を用いることによって、磁壁を無くし、磁壁移動による上層磁性膜の記録パターンへの影響をなくすることが可能であり、磁壁の揺らぎによるノイズを減少させることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る垂直磁気記録媒体の構成を示す基板断面図。

【図2】図1のA部分の拡大模式図。

【図3】本実施例で作製したサンプルの磁気特性表の図。

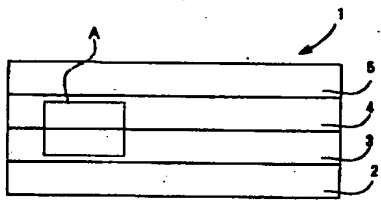
【図4】軟磁性下地膜の飽和磁束密度を変化させた時の分解能の変化を示す図。

【図5】ヘッドの飽和磁束密度を変化させた時の分解能の変化を示す図。

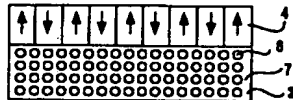
【符号の説明】

- 1…垂直磁気記録媒体
- 2…基板
- 3…軟磁性下地膜
- 4…垂直磁化膜
- 5…保護膜
- 6…軟磁性粒子
- 7…非磁性母材

【図1】



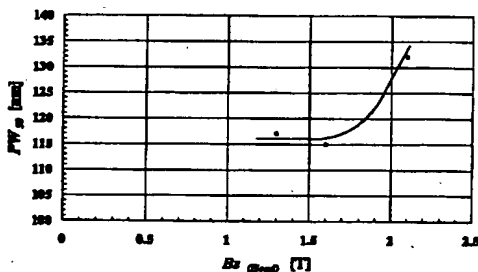
【図2】



【図3】

	磁気特性		磁性膜		Mr/Ms
	Bs [T]	Hs [kOe]	Hc [kOe]		
サンプルA	2.1	3.0	2.5		0.85
サンプルB	2.2	3.8	2.3		0.89
サンプルC	2.3	4	2.5		0.85
サンプルD	2.1	3.1	2.5		0.84
サンプルE	2.2	3.4	2		0.86
サンプルF	2.3	3.6	2.3		0.85
サンプルG	2.0	4.0	2.3		0.84

【図5】



【図4】

